

## ¿Por qué no se ha desarrollado el cultivo de *Seriola dumerili* en el Mediterráneo?

Fernando de la Gándara

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Murcia. Planta de Cultivos Marinos, Puerto de Mazarrón, Murcia (España)

### Resumen

La seriola mediterránea o lecha, *Seriola dumerili* Risso, 1810, es un pez teleósteo perciforme perteneciente a la familia Carangidae. Empezó a cultivarse en el Mediterráneo en la segunda mitad de la década de los 80, a partir de individuos juveniles capturados en el mar. A pesar de las buenas expectativas de cultivo, como una alta tasa de crecimiento (puede alcanzar más un kilo en el primer año) y un buen precio de mercado (actualmente alrededor de 20 euros /kg), el desarrollo posterior de su producción se ha visto truncado fundamentalmente por la falta de garantía en la disponibilidad de juveniles y por serios problemas relacionados con la patología. Se revisan y discuten estas posibles causas que han determinado que su cultivo no se haya desarrollado en el área mediterránea.

### Summary

#### Why *Seriola dumerili* culture hasn't been developed in the Mediterranean area?

The Mediterranean yellowtail, amberjack or "lecha", *Seriola dumerili* Risso, 1810, is a perciform teleost fish which belongs to the family Carangidae. Its culture started to be developed in the Mediterranean area on the second half of the 80's derived from young individuals captured from the wild. In spite of the good culture expectancies, such as good growth rate (more than 1 kg the first year) and a good market price (nowadays about 20 euros/kg), later development of its production got limited because of the lack of guarantee of fingerlings supply and also by several serious problems related to pathology. The causes which have determined that their development hasn't been achieved in the Mediterranean area, are reviewed and discussed.

## Introducción

La seriola mediterránea o lecha, *Seriola dumerili* Risso, 1810, es un pez teleósteo perciforme perteneciente a la familia Carangidae. Según Smith-Vaniz (1), sus sinónimos más comunes son: *Seriola purpurescens* Temminck & Schlegel, 1844; *Seriola simplex* Ramsay & Ogilby, 1887 y *Seriola rhombica* Smith, 1959.

Descripciones detalladas de esta especie pueden encontrarse en varias obras (1, 2 y 3). El cuerpo de la seriola mediterránea es alargado, de altura moderada y ligeramente comprimido (Figura 1). Los ojos son relativamente pequeños; la mandíbula superior con su extremo muy ancho (con un gran supramaxilar) que se extiende hasta la vertical del borde posterior de la pupila.

### Figura 1

*Seriola dumerili* (Risso, 1810)



Los dientes son pequeños y están dispuestos en una gran banda en las dos mandíbulas. Las branquias están dotadas de branquiespinas (excluidos rudimentos) que disminuyen en número a lo largo del crecimiento. Posee dos aletas dorsales. Existen sillones dorsal y ventral en el pedúnculo caudal. El desarrollo osteológico ha sido estudiado por Liu (4). El color es amarillo-verdoso en juveniles (Figura 1) y en adultos azulado u oliváceo dorsalmente y de argénteo a blanco en lados y vientre. Existe una mancha oscura desde el ojo a la parte anterior de la base de la aleta dorsal, excluida la nuca. Los juveniles tienen cinco bandas laterales oscuras y una sexta barra al final de la aleta caudal. El tamaño máximo citado está entre 180-190 cm de longitud total y alrededor de 80 kg de peso, aunque normalmente son de 110 cm y 25-40 kg.

## Biología

---

Es un pez tanto epibéntico como pelágico que se encuentra a menudo cerca de arrecifes o en hoyos profundos en mar abierto o bajíos. Normalmente forma cardúmenes de pequeño o moderado tamaño aunque pueden ser solitarios; normalmente en 18-72 m pero pueden aparecer hasta en 360 m (1).

Los juveniles de pequeño tamaño se asocian con objetos flotantes en aguas oceánicas o neríticas (5). Esta característica es empleada para su captura (6, 7, 8 y 9).

La distribución en el Atlántico no está bien establecida debido a la confusión en el pasado con *Seriola carpenteri*. Definitivamente se sabe que se encuentra desde el Mediterráneo al Golfo de Vizcaya, raramente vagabundeando por las costas británicas. También parece distribuirse de Nueva Escocia hasta Brasil, Sudáfrica, Golfo Árabe, Australia, Japón e Islas Hawai (1).

La seriola es un pez con sexos separados, diferenciables precozmente. La diferenciación sexual se expresa de forma clara en juveniles a partir de 24 – 25.5 cm de longitud, entre 4 y 5 meses de edad (10). El periodo de indiferenciación sexual del desarrollo gonadal, que tarda más de un año en otros teleósteos, no se ha citado en *Seriola dumerili*. La madurez sexual no se alcanza hasta los 4 ó 5 años de edad (11 y 12). Marino *et al.* (11) deducen que la diferenciación gonadal y su desarrollo parecen ser dependientes de la talla de los individuos. El periodo natural de puesta en el Mediterráneo se establece entre los meses de mayo y julio (13 y 14).

Se conocen pocos datos sobre el crecimiento natural de esta especie en la zona. Manooch y Potts (15) han realizado un estudio sobre su crecimiento en el Golfo de Méjico, mediante el análisis de los otolitos (*saggita*). Afirman que los otolitos de esta especie son pequeños, difíciles de localizar, extraer y leer, siendo esto, quizás la causa de la falta de estudios sobre esta materia. En cualquier caso, aunque las estimaciones de crecimiento en el Golfo de Méjico no sean directamente extrapolables al Mediterráneo, sí indican que el crecimiento de esta especie en el medio natural es alto en comparación con otros perciformes, en particular con aquellos de interés en cultivos marinos.

Mazzola *et al.* (16) realizaron un seguimiento del crecimiento de individuos cultivados, comparándolo con individuos salvajes pescados in situ. Según estos autores, los individuos de *Seriola dumerili* nacidos a finales de la primavera alcanzarían a final de ese año en el medio natural, unos 800 g de peso y una longitud total de cerca de 40 cm. Por su parte Kozul *et al.* (17) determinaron la edad, el crecimiento y la mortalidad de esta especie en el Adriático, en un amplio rango de tamaños que van desde los 500 g hasta los 45 kg de peso.

Son varios los estudios publicados sobre la alimentación de *Seriola dumerili* en la naturaleza, tanto en adultos como en juveniles. Indican que se trata de una especie oportunista, con una dieta que varía en función de su tamaño (18, 19 y 20).

El análisis de contenidos estomacales realizado por Badalamenti *et al.* (21) mostró tres fases diferentes de predación, dependiendo de la variación en tamaño de los ejemplares. Los individuos de hasta 8 cm de longitud estándar predan principalmente sobre la comunidad zooplanctónica (copépodos y larvas de crustáceos). Los individuos entre 8 y 12 cm de longitud estándar representan una fase de transición en la cual los peces continúan alimentándose de zooplankton, pero los elementos bentónicos y nectónicos también adquieren importancia. Los individuos mayores de 12 cm, se alimentan preferentemente de elementos nectónicos y nectobentónicos.

Pipitone y Andaloro (20) investigaron los hábitos alimentarios de seriolas jóvenes. Las menores (de 9 a 18.5 cm de longitud estándar) mostraron un régimen planctónico a base de larvas de decápodos, de anfípodos y de gasterópodos pelágicos mientras que las mayores (entre 20 y 33 cm) mostraron un régimen alimenticio piscívoro. Tal cambio en el régimen alimenticio pudiera estar relacionado con el cambio de hábitat que se produce cuando los peces alcanzan los 20 cm de longitud estándar. A partir de esta talla abandonan el mar abierto para acercarse a la costa. Por su parte Andaloro y Pipitone (22), examinando el contenido estomacal de adultos, encontraron un 79.7% de estómagos no vacíos, siendo el 79.5% en número de presas y el 70.9% en peso; los cefalópodos aparecieron en el 26.8% de estómagos no vacíos, representando el 20.5% en número de presas y el 29.0% en peso. Las presas más frecuentes fueron *Boops boops*, *Loligo* spp., *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus* y *Sepia officinalis*. Las presas pelágicas aparecieron con menor frecuencia y en menor cantidad que las demersales; además los machos se alimentaron mucho más intensamente con presas demersales que las hembras. Como ha sido puesto de manifiesto, la seriola es esencialmente un depredador piscívoro. Aunque usualmente se ha considerado como una especie pelágica, la opinión de estos autores es que no parece depender de fuentes alimentarias pelágicas en el Mediterráneo Central, al menos durante la temporada de puesta.

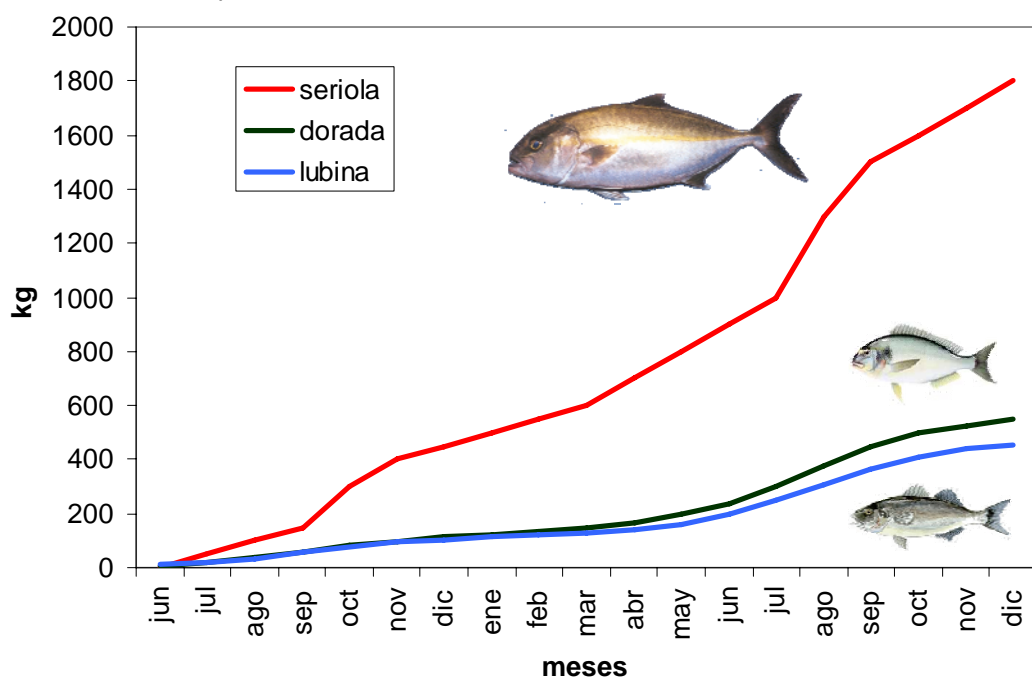
## Cultivo

La principal característica que hace de la seriola una especie interesante para ser cultivada la constituye su rápido crecimiento, que puede superar 1 kg en un año (7, 23, 24, 25, 26, 27 y 28)). Esta tasa de crecimiento es 10 veces superior a la de la lubina (*Dicentrarchus labrax*) cultivada, en el mismo periodo de crecimiento (29). En la Figura 2 se han representado los crecimientos comparativos de seriola, dorada y lubina en el mismo periodo de cultivo (datos propios). Otra característica fundamental es su buena adaptación a la cautividad, aceptando una alimentación artificial (30). Finalmente, su alto valor comercial (actualmente en torno a los 20 €/kg), hace de ella una especie con grandes posibilidades en el cultivo intensivo.

Son varias las experiencias llevadas a cabo sobre el cultivo de esta especie, tanto a nivel experimental como productivo. Las técnicas empleadas son las mismas que las puestas a punto en Japón para la seriola japonesa (*Seriola quinqueradiata* Temminck & Schegel, 1844), el pez exclusivamente marino más cultivado en el mundo (31, 32 y 33), con una producción anual cercana a las 150 000 t y una facturación superior a los 1 000 millones de US\$. El cultivo de peces del género *Seriola* en el mundo fue en 2004 de 164 000 t con un valor cercano a los 1300 millones de US\$ (Figura 3). Aunque, como citan varios autores (9), los científicos japoneses han tenido éxito con la reproducción y cultivo larvario de *Seriola dumerili* (llamada en Japón “Kampachi”) desde 1979 y con más éxito desde 1987 (34 y 35), dado que su desarrollo a nivel industrial es limitado, el cultivo se realiza fundamentalmente capturando juveniles del medio natural (33).

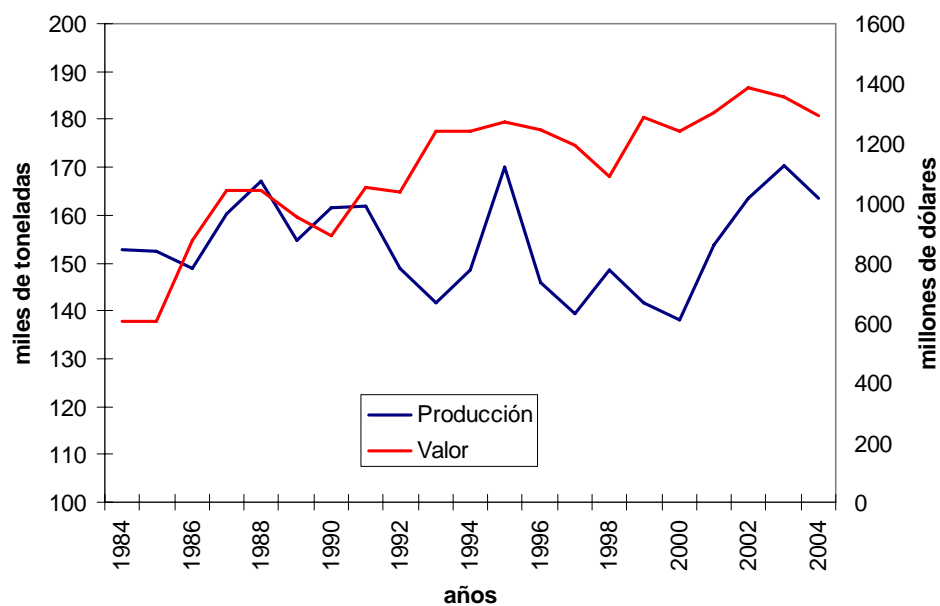
**Figura 2**

Curvas comparativas de crecimiento de seriola, dorada y lubina, criadas en instalaciones experimentales en tierra.



**Figura 3**

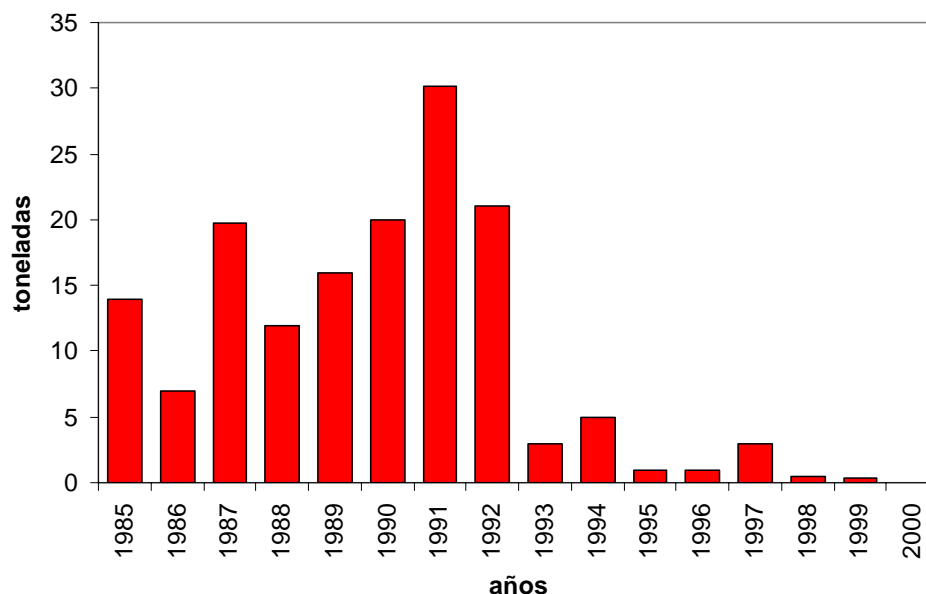
Producción y valor de *Seriola* sp. cultivada en el mundo, en los últimos 20 años



Fuente: FAO

En el Mediterráneo, el cultivo se ha llevado a cabo en tanques de cemento (7, 23, 24, 26, 36, 37, 38 y 39), en jaulas sumergidas (16) y en jaulas flotantes (6, 10, 16, 25, 40 y 41). Según la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), la producción de *Seriola dumerili* en España, pueden catalogarse como anecdótica aunque como puede observarse en la Figura 4, en el año 1991 llegaron a producirse algo más de 30 toneladas.

**Figura 4**  
Producción de *Seriola dumerili* en España



Fuente: JACUMAR

## Crecimiento

Como ya se ha citado, una de las particularidades que hacen de esta especie interesante desde el punto de vista de su producción acuícola es su rápido crecimiento. Giovanardi *et al.* (6) en sus experimentos realizados en jaulas flotantes en aguas de Sicilia (Italia), observaron un crecimiento de las seriolas de 80 g a 400 g de peso medio en un periodo de 50 días. Posteriormente, Navarro *et al.* (40) consiguieron en jaulas flotantes y temperaturas naturales del litoral de Murcia (España), un incremento de peso medio de algo más de un kilo en un año.

Al este de Sicilia, Cavaliere *et al.* (7), realizaron así mismo experiencias de crecimiento con esta especie, en tanques en tierra. Obtuvieron unos resultados algo más prometedores que los de Navarro *et al.* (40), con mortalidades del 15% y un crecimiento de alrededor de 1 200 g en 400 días de cultivo. Este mismo año y también en tanques, Lazzari y Barbera (23) presentaron sus resultados de cultivo de esta especie. Los individuos alcanzaron 1.4 kg de peso entre octubre de 1984 y septiembre de 1985, siendo alimentados con una dieta monoespecífica. La mortalidad sufrida en este periodo (5-6 %) fue muy inferior a la observada por los autores citados anteriormente.

De nuevo en España, Boix *et al.* (41) llevaron a cabo una experiencia de cultivo de seriola mediterránea, durante el periodo comprendido entre diciembre de 1990 y septiembre de 1991, en jaulas flotantes ubicadas en el límite meridional de la costa catalana. En este periodo, los ejemplares en engorde pasaron de 356.2 g a 1953.4 g. La mortalidad padecida fue, sin embargo, muy elevada (83.22%), lo que volvió a poner en tela de juicio la idoneidad del cultivo de esta especie.

Hasta ese momento, la alimentación de la seriola mediterránea en cultivo, fue exclusivamente a base de pescado. Greco *et al.* (36) realizaron un experimento para probar la posibilidad de introducir nuevas materias primas en la alimentación de esta especie, como despojos de pollo, obteniendo unos pobres resultados de crecimiento a ser comparados con una alimentación a base de pescado.

En 1993, García-Gómez (24) realiza el primer intento de alimentación de *Seriola dumerili* con pienso semihúmedo. Tras 150 días de alimentación, entre septiembre y febrero, los peces pasaron de alrededor de 65 g a cerca de 400 g. Los resultados indicaron así mismo que la dieta semihúmeda era adecuada y comparable a la de la dieta basada únicamente en pescado. Sin embargo, la supervivencia fue significativamente superior en los lotes alimentados con pienso semihúmedo.

A finales de la década de los 90, Mazzola *et al.* (16, 25 y 42) experimentaron el engorde de *Seriola dumerili* en jaulas sumergidas en aguas de Sicilia, probando la alimentación con pescado y con pienso. Entre los meses de agosto y diciembre, las seriolas con un peso medio de partida de alrededor de 50 g alcanzaron los 1200 g cuando fueron alimentadas con pescado mientras que solo alcanzaron cerca de 800 g las alimentadas con pienso. En ambos casos la mortalidad apreciada fue muy baja.

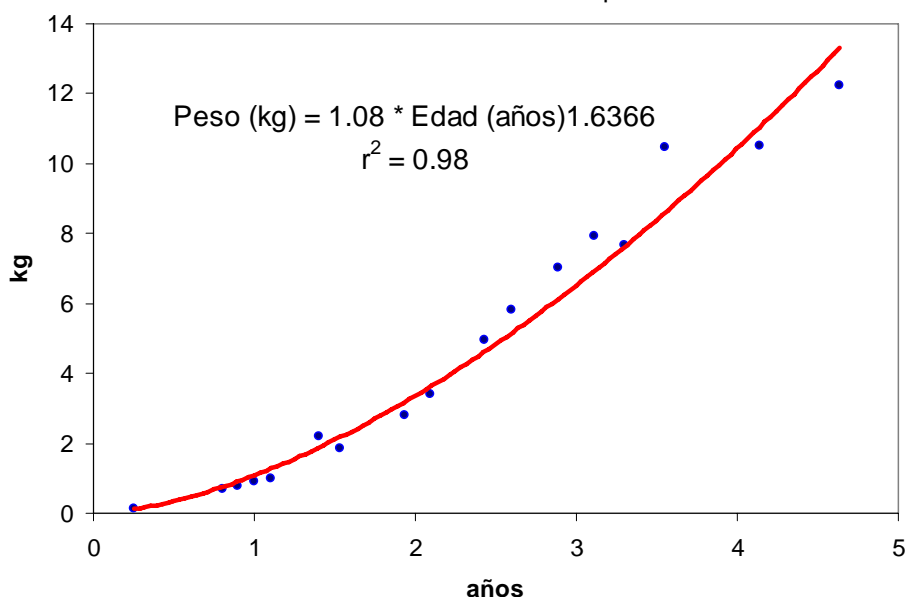
Ya en 2001, Skaramuka *et al.* (38), estudiaron en Croacia, el crecimiento de juveniles de esta especie en tanques de cemento, alimentando con tres dietas diferentes (sardina, sardina y pienso, solo pienso). Sus resultados van en la misma línea que lo observado por Mazzola *et al.* (16), con unos rendimientos muy superiores en los lotes alimentados con pescado.

En la Planta experimental de Cultivos Marinos del Instituto Español de Oceanografía, en Mazarrón (Murcia), varios autores (9, 26, 37, 43 y 44) han venido estudiando en estos últimos años, el engorde de juveniles de esta especie, a escala experimental en tanques en tierra. Los resultados globalmente han indicado que el crecimiento de esta especie en tanques y con alimentación a base de piensos secos, es de más de 1 kg en un año.

En estas mismas instalaciones, de la Gándara *et al.* (28) realizaron el seguimiento del crecimiento a lo largo de 5 años (Figura 5) de juveniles 0+ capturados mediante un arte fijo (moruna) en el mes de Septiembre, con aproximadamente 200 g de peso. Los peces fueron alimentados con pienso comercial (Skretting Europa 22 para rodaballo). Las temperaturas oscilaron de forma natural entre 12 y 28°C con una media anual de 19°C. Los individuos fueron periódicamente manipulados para la obtención de su peso y su talla. Para ello fueron anestesiados con 40 ppm de aceite de clavo. En la Tabla I se muestran para cada clase de edad las medias de las Tasas Específicas de Crecimiento, las Tasas de Conversión Alimentaria y las Tasas Diarias de Alimentación (%) así como el número medio de peces considerado.

**Figura 5**

Crecimiento de *Seriola dumerili* en cautividad los 5 primeros años.





**Tabla I**

Tasas asociadas al crecimiento para cada clase de edad.

	0+	1+	2+	3+	4+
TCE	0.52	0.33	0.22	0.13	0.10
TCA	2.57	2.75	3.01	3.19	3.45
TDA	1.80	0.88	0.54	0.43	0.39
n	150	52	26	10	5

TCE: Tasa Específica de Crecimiento. TCA: Tasa de Conversión Alimentaria.  
TDA: Tasa Diaria de Alimentación (%). n: número de peces.

## Reproducción

Las hembras de *Seriola dumerili* tienen serios problemas para completar la vitelogénesis en cautividad, en el Mediterráneo. Esta es una de las causas fundamentales del por qué no existe una producción de alevines que abastezca a las instalaciones de engorde. Por el contrario los machos son capaces de producir esperma viable pero en menor cantidad que lo observado en individuos silvestres (9).

En el desarrollo del proyecto AIR “Neuroendocrine regulation of reproduction and induced breeding in Mediterranean yellowtail (*Seriola dumerilii*, Risso 1810)”, llevado a cabo por la Universidad de Murcia (España), el Centro Oceanográfico de Murcia del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Dpto. de Zoología Experimental de la Universidad de Utrecht (Holanda), se aislaron las gonadotropinas (GTH) de esta especie y se realizó un seguimiento de su ciclo sexual en la naturaleza y en cautividad. Estos estudios han mostrado que la reproducción, en condiciones de cautividad, se bloquea en el transcurso de la vitelogénesis. Este bloqueo pudiera deberse bien a un problema de estrés debido al confinamiento o bien a un problema de deficiencia nutricional de los reproductores (10, 28, 45 y 46).

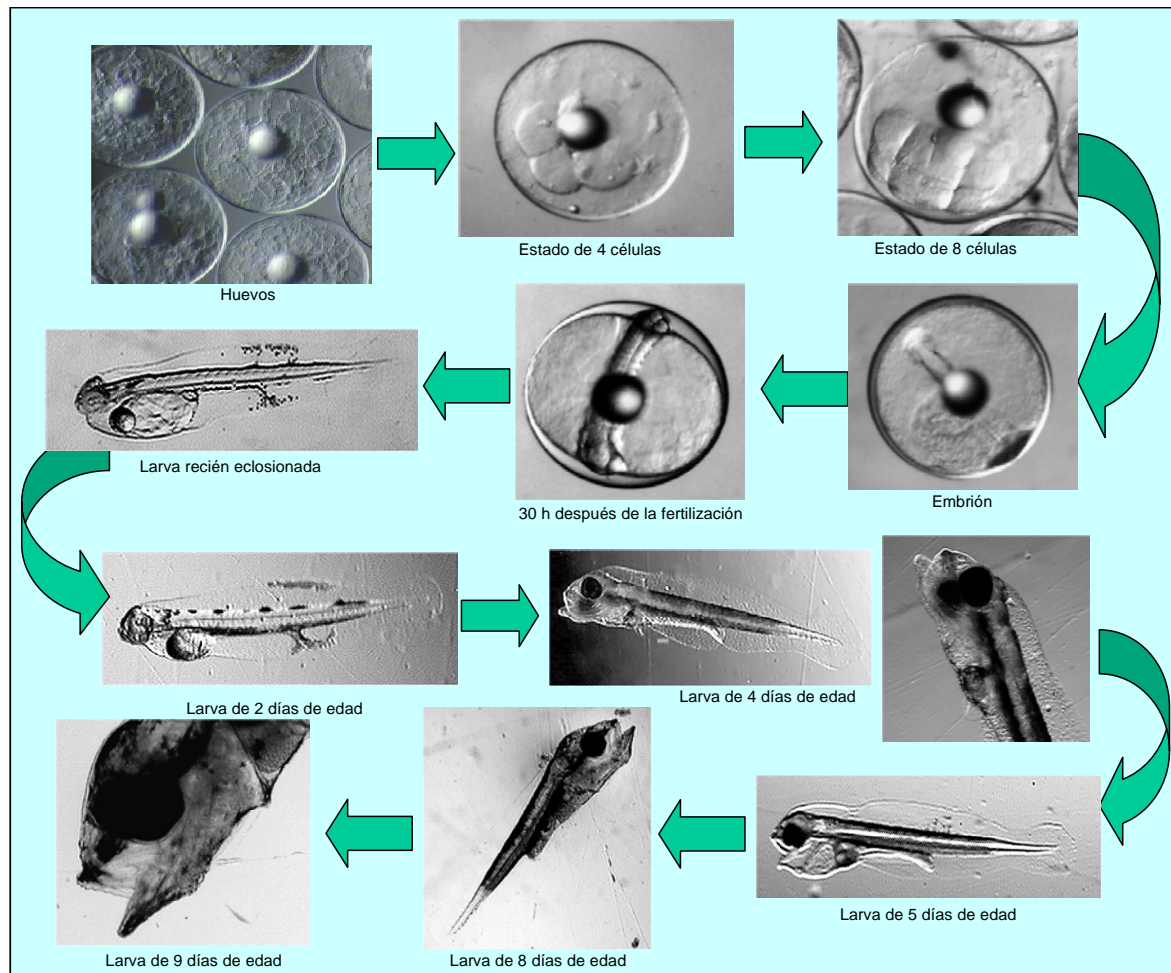
**Figura 6**Instalaciones para la reproducción de *Seriola dumerili* en Malta

La reproducción de individuos ha sido obtenida mediante inducción hormonal por varios equipos de Italia, España y Grecia (27, 47, 48 y 49), fundamentalmente a partir de individuos silvestres sexualmente maduros (15-25 kg de peso vivo), o cautivos mantenidos en jaulas, como es el caso de las experiencias que se están llevando a cabo recientemente en Malta (Figura 6) con resultados prometedores, por investigadores del Malta Centre for

Fisheries Sciences (Vassallo-Agius, com.pers.) En la Figura 7 se muestran los primeros 10 días de desarrollo larvario obtenido en la Planta de Cultivos del IEO-Mazarrón por García Gómez y de la Gándara (48).

**Figura 7**

Desarrollo embrionario y larvario de *Seriola dumerili* en los 10 primeros días.



Las técnicas de inducción hormonal a la maduración final y a la puesta utilizadas por estos equipos se derivan de las desarrolladas para otras especies (50), con el uso de la GnRH $\alpha$  (DesGly10(D-Ala6)LHRH $\alpha$ ) o de la Gonadotropina Coriónica Humana (GCH). Sin embargo, la aplicación de estas técnicas requiere que los individuos silvestres sean capturados de la forma menos traumática posible. El estrés debido a la captura produce generalmente una sobremaduración de los óvulos y la regresión de la gónada, lo que hace que las puestas (de realizarse tanto de forma espontánea como por *stripping*) resulten inviables. Por otra parte, la inducción hormonal sólo es efectiva en determinados momentos del desarrollo gonadal y es altamente dependiente de la temperatura, por lo que la probabilidad de obtener hembras en el momento adecuado depende del número de capturas (resultados no publicados).

Como un caso especial fuera del Mediterráneo, hay que destacar que desde 2002, en las instalaciones del Centro Oceanográfico de Canarias (IEO) se vienen obteniendo puestas espontáneas de seriolas adaptadas a la cautividad durante cinco años en grandes tanques (500 m<sup>3</sup>) ubicados en tierra (51). Así mismo se ha realizado en el citado Centro Oceanográfico, el cultivo larvario (Figura 7), el preengorde y el engorde de individuos nacidos en cautividad. Recientemente se ha realizado un estudio genético para comparar la



especie cultivada en IEO-Mazarrón con la cultivada en el IEO-Canarias. Este estudio ha demostrado que la especie canaria coincide con la mediterránea *Seriola dumerili* (Jerez, com.pers.) Este mismo equipo ha conseguido cerrar el ciclo de esta especie lo que abre grandes posibilidades para su cultivo a gran escala en un futuro próximo.

## Patología

Otra de las causas por las que la producción e incluso la investigación sobre el cultivo de esta especie se ha abandonado en el área mediterránea, se debe a serios problemas de patología (52). Ya los rendimientos de las primeras empresas que se dedicaron al cultivo de la especie (40) se vieron muy mermados por la presencia del hongo *Ichthyophonus hoferi* que produjo una mortalidad del 23%. Si bien, así mismo esta especie es susceptible a enfermedades producidas por virus y bacterias (53 y 54), las principales mortalidades masivas se deben a ciertos parásitos.

Las primeras parasitosis citadas en el cultivo de *Seriola dumerili* aparecieron en Mallorca, y estuvieron asociadas al digeneo sanguinicólido *Paradeontacylix* sp. (55). En este caso, cerca del 80 % de los peces infectados murieron debido a serias lesiones en las branquias (56). En otras áreas del Mediterráneo, sin embargo las altas mortalidades han estado asociadas a infecciones del monogénido *Zeuxapta seriolae* (Heteraxinidae) y del ciliado *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora).

**Figura 8**  
*Zeuxapta seriolae*.



Los estudios sobre *Zeuxapta seriolae* han sido llevados a cabo por Montero *et al.* (52, 56, 57, 58, 59, 60, 61 y 62). Este parásito (Figura 8) prolifera fundamentalmente entre las láminas branquiales de los peces. Mediante los ganchos del haptor se sujeta firmemente a

una o dos lamelas branquiales, alimentándose a través de su boca de la sangre del pez. Los valores del hematocrito descienden drásticamente en los individuos infestados por este monogénido. Además, la sujeción produce un daño importante en la estructura lamelar. El aspecto externo de los peces con zeuxaptosis es aparentemente normal, tanto por la coloración como por el peso. Los peces de los tanques muestran una natación lenta pero, en general, su comportamiento no parece anómalo, incluso hasta poco tiempo antes de morir.

Los peces muertos presentan una hipersecreción de mucus en las branquias, con grandes cantidades de vermes, y collares de huevos de *Zeuxapta seriolae* (Figura 9) atrapados entre los filamentos branquiales. La morfología de estos collares de huevos, permite que se mantengan en la columna de agua y se enganchen con facilidad a los salabres con los que se manipulan los peces. Es más que recomendable, por tanto, tomar precauciones higiénicas con estas redes (56). El efecto combinado del daño branquial, la anemia debida a la ingestión de sangre por parte del parásito y la hipersecreción de mucus por parte del pez, llevan a éste a la muerte.

**Figura 9**

Collares de huevos de *Zeuxapta seriolae*.



Ninguno de los tratamientos empleados para evitar la mortalidad producidas por *Zeuxapta seriolae* (mebendazol, formalina, peróxido de hidrógeno, sulfato de cobre, aceite de clavo) ha arrojado unos resultados definitivos en la lucha contra este parásito. Únicamente baños periódicos de formol (300 ppm durante una hora, una o dos veces al mes) han sido capaces, si no de erradicarlo, sí de evitar sus efectos nocivos (63).

El otro parásito causante de mortalidades masivas en *Seriola dumerili* cultivada, es el ciliado holotrico *Cryptocaryon irritans* (Figura 10). Es un parásito obligatorio que tiene un ciclo biológico con cuatro fases diferenciadas (64). El trofote es la fase parásita y se

alimenta de tejidos y fluidos corporales. El tomonte es la fase de enquistamiento. Al eclosionar los tomones se liberan los terontes que constituyen la fase infecciosa. Estos terontes nadan libremente hasta encontrar un hospedador, momento en el que se transforman en trofontes, cerrando el ciclo. El brote parasítico se produce en el litoral mediterráneo entre junio y noviembre cuando las temperaturas del agua superan los 25°C manteniéndose hasta que descienden por debajo de 20°C. Ningún signo de parasitosis se observa por debajo de esta temperatura (65).

Los trofontes de *Cryptocaryon* invaden toda la superficie del pez. En algunas especies, la parte más invadida es la piel, sin embargo en *Seriola dumerili*, al igual que ocurría con *Zeuxapta seriola*, la invasión se concentra fundamentalmente en las branquias, con resultados semejantes a los del caso anterior.

**Figura 10**

Branquia de *Seriola dumerili* con trofontes de *Cryptocaryon irritans* inmersos en el epitelio branquial.



Son muchos los trabajos que existen sobre las elevadas mortalidades que produce en numerosas especies de peces marinos y particularmente en *Seriola dumerili* (56, 66, 67). Rigos *et al.* (66), citan una mortalidad del 100% en *Seriolas* cultivadas en Creta (Grecia). Por su parte de la Gándara *et al.* (67) exponen así mismo la existencia de mortalidades masivas en las instalaciones del Centro Oceanográfico de Murcia (IEO). Son varios los tratamientos que se han propuesto para su control, fundamentalmente baños de sulfato de cobre (66) aunque su eficacia es prácticamente nula cuando se produce un brote agudo de la parasitosis ya que los trofontes de *Cryptocaryon* se camuflan entre las laminillas branquiales e incluso en el interior de ellas (Figura 10). Los únicos tratamientos definitivos son la reducción de la salinidad del agua de mar (por debajo de 20 por mil) (68) y de la temperatura (por debajo de los 20°C) (65). Lógicamente el primer caso solo es posible en aquellas especies que son capaces de vivir en un medio hipohalino, lo que no es el caso de *Seriola dumerili* (66).

Algunos autores (69, 70 y 71) han puesto de manifiesto la adquisición de inmunidad frente a este parásito, en peces que habían sobrevivido a la infección. Sin embargo, como han mostrado recientemente de la Gándara *et al.* (65), es cierto que el contacto con *Cryptocaryon irritans* en mayor o menor medida provee de una cierta inmunidad a los



individuos que logran sobrevivir. Sin embargo esta inmunidad, si bien aporta al pez un evidente grado de resistencia a un nuevo contacto con el parásito incluso un año después, no supone una garantía completa de supervivencia frente a un nuevo ataque. Estos estudios parecen indicar que la única solución posible en la lucha contra esta parasitosis en *Seriola dumerili* puede venir con el desarrollo de una vacuna..

## Discusión y Conclusiones

---

Como se ha mostrado, las principales virtudes de la seriola, como especie cultivable, radican por una parte en su elevado crecimiento, sobre todo en comparación con las especies más cultivadas en el Mediterráneo, la dorada y la lubina, y por otra en su excelente aceptación por parte del mercado mediterráneo.

Sin embargo, la reproducción en el Mediterráneo se encuentra bloqueada porque las hembras en cautividad tienen serios problemas para finalizar la vitelogénesis. La solución debe estar en aumentar el tamaño de los tanques o ubicar los reproductores en jaulas flotantes, reducir el estrés debido al confinamiento y/o mejorar el aspecto nutricional.

La inducción a la maduración final de hembras silvestres sólo resulta efectiva en determinados estados ovocitarios, debido al estrés y a determinadas temperaturas, que producen una rápida sobremaduración de los ovocitos. Este problema podría subsanarse mediante la aplicación de implantes, aumentando la captura de individuos, y/o reduciendo el estrés.

Deben dedicarse muchos medios y esfuerzos para estudiar el remedio contra los serios problemas patológicos que padece esta especie en cautividad y que producen mortalidades masivas. La sombra de este problema oscurece, sin duda, el ánimo de cualquier posible piscicultor que piense en el cultivo de esta especie.

## Referencias

---

1. SMITH-VANIZ WF. CARANGIDAE. En: WHITEHEAD PJP, BAUCHOT ML, HUREAU JC, NIELSEN A, TORTONESE E, EDS. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Paris: UNESCO, 1986: 815-44
2. GALLEGO L. *Vertebrados Ibéricos, I: Peces*. Sevilla: Copistería-imprenta Andalucía, 1978
3. FISCHER W, SCHNEIDER M, BAUCHOT ML. *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*. Méditerranée et mer Noire, Zone de Pêche 37. Rome: FAO, 1987
4. LIU CH. Early osteological development of the yellowtail *Seriola dumerili* (Pisces: Carangidae). *Zoological Studies* 2001;40(4):289-98
5. MASSUTI E, MORALES-NIN B, DEUDERO S. Fish fauna associated with floating objects sampled by experimental and commercial purse nets. *Scientia Marina* 2000;63(3-4):219-27
6. GIOVANARDI O, MATTIOLI G, PICCINETTI C, SAMBUCCI G. Prime esperienze sull'allevamento della ricciola (*Seriola dumerili*, Risso 1810) in Italia. *Riv. It. Piscic. Itiop.* 1984;A XIX(4):123-30
7. CAVALIERE A, CRISAFI E, FARANDA F, GRECO S, LO PARO G, MANGANARO A ET AL. Collection of fingerlings and rearing of *Seriola dumerili* in tanks. En: DE PAUW N, JASPERS E, ACKEFORS H, WILKINS N, EDS. *Aquaculture A Biotechnology in progress*. Bredene, Bélgica: European Aquaculture Society, 1989: 119-23
8. GRECO S, ARENA G, CARIDI D, MICALE V. An improved method of capture and transport for juveniles of *Seriola dumerili*. En: DE PAUW N, JOYCE J, EDS. *Aquaculture and Environment*. Dublin, Irlanda, Aquaculture 1991, 1991: 130-1
9. GARCÍA-GÓMEZ A, DÍAZ MV. Culture of *Seriola dumerili*. *Cah. Options Méditerran.* 1995;16:103-14
10. MARINO G, PORRELLO S, ANDALORO F, MASSARI A, MANDICH A. Aspects of reproductive biology of Mediterranean amberjack (*Seriola dumerili* Risso, 1810): Gonadal development. *Cah. Options Méditerran.* 1995;16:115-24

11. MARINO G, MANDICH A, MASSARI A, ANDALORO F, PORRELLO S, FINOIA MG ET AL. Aspects of reproductive biology of the Mediterranean amberjack *Seriola dumerili* Risso, 1810 during the spawning period. *J Appl Ichthyol* 1995;11:9-24
12. KOZUL V, SKARAMUCA B, GLAMUZINA B, GLAVIC N, TUTMAN P. Comparative gonadogenesis and hormonal induction of spawning of cultured and wild mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810). *Scientia Marina* 2001;65(3):215-20
13. LAZZARI A, BARBERA G. First data on the fishing of yellowtail (*Seriola dumerili*) spawners in the mediterranean basin. *Journal of Aquatic Products* 1988;2(1):133-42
14. GRAU A. Aspectos histológicos, ciclo reproductor y principales procesos patológicos de *Seriola dumerili*, Risso 1810 (Carangidae). Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, España, 1992
15. MANOOCH CS, POTTS JC. Age, growth and mortality of greater amberjack, *Seriola dumerili*, from the U.S. Gulf of Mexico headboat fishery. *Bulletin of Marine Science* 1997;61(3):671-83
16. MAZZOLA A, FAVALORO E, SARA G. Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810) , in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. (Abstract). *EAS Aquaculture 2000* 181:257-68
17. KOZUL V, SKARAMUCA B, KRALJEVIC M, DULCIC J, GLAMUZINA B. Age, growth and mortality of the Mediterranean amberjack *Seriola dumerili* (Risso 1810) from the south-eastern Adriatic Sea. *J Appl Ichthyol* 2001;17:134-41
18. MAZZOLA A, LOPIANO L, SARA G, D'ANNA G. SISTEMI DI PESCA, CATTURA ED ABITUDINI alimentari di *Seriola dumerili* Risso, 1810 nel Golfo di Castellammare Sicilia Occidentale Pisces: Perciformes. *Naturalista Siciliano* 1993;12(1-2):137-48
19. MATAILLANAS J, CASADEVALL M, CARRASON M, BOIX J, FERNANDEZ V. The food of *Seriola dumerili* Pisces: Carangidae in the Catalan sea. *J Marine Biological Association UK* 1995;75:257-60
20. PIPITONE C, ANDALORO F. Food and feeding habits of juvenile greater amberjack, *Seriola dumerili* (Osteichthyes, Carangidae) in shore waters of the central Mediterranean Sea. *Cybiurn* 1995;19(3):305-10
21. BADALAMENTI F, D'ANNA G, LOPIANO L, SCILIPOTI D, MAZZOLA A. Feeding habits of young of the year greater amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810) along the N/W Sicilian Coast. *Scientia Marina* 1995;59 (3-4):317-23
22. ANDALORO F, PIPITONE C. Food and feeding habits of the amberjack, *Seriola dumerili* in the Central Mediterranean Sea during the spawning season. *Cahiers de Biologie Marine* 1997;38(2):91-6
23. LAZZARI A, BARBERA G. Farming the Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerili* (Risso, 1810) in concrete ponds: results and perspectives. En: DE PAUW N, JASPERS E, ACKEFORS H, WILKINS N, EDS. *Aquaculture - A biotechnology in progress*. Bredene, Bélgica: European Aquaculture Society, 1989: 209-13
24. GARCÍA-GÓMEZ A. Primeras experiencias de crecimiento de juveniles de seriola mediterránea (*Seriola dumerili*, Risso 1810) alimentados con una dieta semihúmeda. *Bol Inst Esp Oceanogr* 1993;9(2):347-60
25. MAZZOLA A, SARA G, FAVALORO E, MIRTO S. Sistemi di maricoltura open-sea per l'allevamento di *Seriola dumerili* Pisces, Osteichthyes nel Golfo di Castellammare Sicilia Occidentale. *Biol Mar Medit* 1996;3(1):176-85
26. JOVER M, GARCÍA-GÓMEZ A, TOMÁS A, DE LA GÁNDARA F, PÉREZ L. Growth of mediterranean yellowtail (*Seriola dumerili*) fed extruded diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture* 1999;179:25-33
27. LAZZARI A, FUSARI A, BOGLIONE C, MARINO G, DI FRANCESCO M. Recent advances in reproductional and rearing aspects of *Seriola dumerili*. *Cah Options Méditerran* 2000;47:241-7
28. DE LA GÁNDARA F, ALONSO I, GARCÍA-GÓMEZ A. *Constitution and management of a Mediterranean Yellowtail (Seriola dumerili) broodstock in land based facilities: problematic and perspectives*. EAS, Special Publication 2004;34:282-3
29. MURACCIOLI P, DE LA GÁNDARA F, GARCÍA-GÓMEZ A. Intensive farming potential of *Seriola dumerili* (Risso 1810) in Corsica. *Cah Options Méditerran* 2000;47:267-73
30. GARCÍA-GÓMEZ A. Recent advances in nutritional aspects of *Seriola dumerili*. *Cah Options Méditerran* 2000;47:249-57
31. IKENOUE H, KAFUKU T. Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). En: *Developments in Aquaculture & Fisheries Science*. 1992:131-43



32. NAKADA M. Yellowtail culture development and solutions for the future. *Reviews in Fisheries Science* 2002;10(3-4):559-75.
33. OTTOLENGHI F, SILVESTRI C, GIORDANO P, LOVATELLI A, NEW MB. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. Rome: FAO, 2004
34. MASUMA S, KANEMATU M, TERUYA K. Embryonic and morphological development of larvae and juveniles of the amberjack, *Seriola dumerili*. *Japanese Journal of Ichthyology* 1990;37:164-9
35. TACHIHARA K, EBISU R, TUKASHIMA Y. Spawning, eggs, larvae and juvenile of the purplish amberjack *Seriola dumerili*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1993;59(9):1479-88
36. GRECO S, CARIDI D, CAMMAROTO S, GENOVESE L. *Preliminary studies on artificial feeding of amberjack fingerlings*. EAS, Special publication, 1993: 247-54
37. TALBOT C, GARCÍA-GÓMEZ A, DE LA GÁNDARA F, MURACCIOLI P. Food intake, growth, and body composition in Mediterranean yellowtail (*Seriola dumerili*) fed isonitrogenous diets containing different lipid levels. *Cah Options Méditerran* 2000;47:259-66
38. SKARAMUCA B, KOZUL V, TESKEREDZIC Z, BOLOTIN J, ONOFRI V. Growth rate of tank-reared Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso 1810) fed on three different diets. *J Appl Ichthyol* 2001;17:130-33
39. PAPANDROULAKIS N, MYLONAS C, MAINGOT E, DIVANACH P. First results of greater amberjack (*Seriola dumerili*) larval rearing in mesocosm. *Aquaculture* 2005;250(1-2):155-61
40. NAVARRO JM, BELMONTE A, CULMAREX SA. Cultivo de seriola en jaulas flotantes en la bahía de El Hornillo (Murcia SE España). *Cuadernos Marisqueros* 1987;8:11-6
41. BOIX J, FERNÁNDEZ-COLOMÉ JV, MACIA G. El cultivo de seriola (*Seriola dumerili*, Risso 1810) en jaula flotante en el término marítimo de Les Cases D'Alcanar (Tarragona). En: CERVÍÑO A, LANDÍN A, DE COO A, GUERRA A, TORRE M, EDS. *Actas del IV Congreso Nacional de Acuicultura*. Centro de Investigaciones Mariñas, Vilagarcía de Arousa, España, 1993: 133-6
42. MAZZOLA A, FAVALORO E, SARA G. Experiences of integrated mariculture in a southern Tyrrhenian area (Mediterranean Sea). *Aquaculture Research* 1999;30:773-80
43. GONZÁLEZ G, GARCÍA-GÓMEZ A, JOVER M, CRESPO S. Influence of artificial food on 1+ amberjack (*Seriola dumerili*, Risso) sanguinicoliiasis and epitheliocystis. *Bull Eur Ass Fish Pathol* 1995;15(1):14-6
44. TOMÁS A. *Contribución al estudio de las necesidades nutritivas de la seriola mediterránea (Seriola dumerili) alimentada con piensos extrusionados*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ciencia Animal, 2003
45. DÍAZ MV, GARCÍA-GÓMEZ A, AGULLEIRO B. Características histológicas del ovario de la seriola mediterránea (*Seriola dumerili*, Risso) mantenida en cautividad, durante su ciclo reproductivo anual. En: DE COSTA J, ABELLÁN E, GARCÍA-GARCÍA B, ORTEGA A, ZAMORA S, EDS. *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*, Cartagena, España: MAPA, 1997: 389-94
46. MICALE V, MARICCHIOLO G, GENOVESE L. The reproductive biology of the amberjack, *Seriola dumerili* (Risso 1810). I. Oocyte development in captivity. *Aquaculture Research* 1999;30(5):349-55
47. MICALEV, GENOVESE L, GRECO S, PERDICHIZZI F. *Aspect of the reproductive biology of the amberjack Seriola dumerili (Risso, 1810)*. EAS, Special Publication 1993;19:413-3
48. GARCÍA-GÓMEZ A, DE LA GÁNDARA F. *Observations on the embryonic and larval development of Mediterranean yellowtail (Seriola dumerili)*. EAS, Special Publication 2002;32: 246-7
49. MYLONAS C, PAPANDROULAKIS N, SMBOUKIS A, PAPADAKI M, DIVANACH P. Induction of spawning of cultured greater amberjack (*Seriola dumerili*) using GnRHa implants. *Aquaculture* 2004;237:141-54
50. MYLONAS C, ZOHAR Y. Use of GnRHa-delivery systems for the control of reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2000;10(4):463-91
51. JEREZ S, SAMPER M, SANTAMARIA FJ, VILLAMANDOS J, CEJAS J, FELIPE B. Natural spawning of greater amberjack (*Seriola dumerili*) kept in captivity in the Canary Islands. *Aquaculture* 2006;252:199-207
52. MONTERO FE, REPULLÉS A, DE LA GÁNDARA F, RAGA JA. Pathologies of the greater amberjack (*Seriola dumerili*) in European Aquaculture. (Abstract). *EAFP 12th International Conference*, Copenhague (Dinamarca) 2005: P9.3

53. ALCAIDE E, SANJUAN E, DE LA GÁNDARA F, GARCÍA-GÓMEZ A. Susceptibility of Amberjack (*Seriola dumerili*) to bacterial fish pathogens. *Bull Eur Ass Fish Pathol* 2000;20(3):153-6
54. ALCAIDE E. Numerical Taxonomy of Vibrionaceae Isolated from Cultured Amberjack (*Seriola dumerili*) and Surrounding Water. *Current Microbiology* 2003;46(3):184-9
55. GRAU A, RIERA F, CARBONELL E. Some protozoan and metazoan parasites of the amberjack from the Balearic Sea (western Mediterranean). *Aquaculture International* 1999;7:307-17
56. MONTERO FE. *Estudio parasitológico en cultivos de Seriola dumerili en el Mediterráneo*. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, España, 2001
57. REPULLES A, MONTERO FE, DE LA GÁNDARA F, RAGA JA. Expansión de *Zeuxapta seriolae* (Monogenea: Heteraxinidae) parásito branquial de los cultivos de la lecha (*Seriola dumerili*). (Abstract). *el X Congreso Nacional de Acuicultura Gandía* (España), 2005: 328-9
58. REPULLES A, MONTERO FE, DE LA GÁNDARA F, OGAWA K, RAGA JA. Development of Monogenean *Zeuxapta seriolae* on gills of the greater amberjack (*Seriola dumerili*). (Abstract). *EAFP 12th International Conference*, Copenhagen (Dinamarca) 2005: O0.72
59. MONTERO FE, CRESPO S, PADRÓS F, DE LA GÁNDARA F, GARCÍA-GÓMEZ A, RAGA JA. Effects of the gill parasite *Zeuxapta seriolae* (Monogenea: Heteraxinidae) on the amberjack *Seriola dumerili* Risso (Teleostei: Carangidae). *Aquaculture* 2004;232(1-4):153-63.
60. MONTERO FE, GARCÍA-GÓMEZ A, DE LA GÁNDARA F, RAGA JA. Parásitos del cultivo de la lecha (*Seriola dumerili*) en el Mediterráneo Occidental. *Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas* 2001;4:513-8
61. MONTERO FE, DE LA GÁNDARA F, GARCÍA-GÓMEZ A, RAGA JA. Hatching success of *Zeuxapta seriolae* (Monogenea) under experimental conditions. *Acta Parasitologica* 2000;45(3):227
62. MONTERO FE, DE LA GÁNDARA F, GARCÍA-GÓMEZ A, RAGA JA. Pathologies of the culture of the greater amberjack (*Seriola dumerili*). (Abstract). *IX European Multicolloquium of Parasitology*. Valencia, España: 2004: 572-3
63. DE LA GÁNDARA F, JOVER M, GARCÍA-GÓMEZ A. Efecto del tratamiento con formol sobre el consumo de oxígeno de juveniles de *Seriola mediterranea* *Seriola dumerili* (Risso, 1810). *Bol Inst Esp Oceanogr* 2002;18(1-4):377-83
64. COLORNI A. Biology of *Cryptocaryon irritans* and strategies for its control. *Aquaculture* 1987;67:236-237
65. DE LA GÁNDARA F, ALONSO I, MONTERO FE, RAGA JA. ¿Sobrevivir a *Cryptocaryon* produce inmunidad en *Seriola dumerili*?. (Abstract). *el X Congreso Nacional de Acuicultura Gandía* (España), 2005: 304-5
66. RIGOS G, PAVLIDIS M, DIVANACH P. Host susceptibility to *Cryptocaryon* sp infection of Mediterranean marine broodfish held under intensive culture conditions: a case report. *Bull Eur Ass Fish Pathol* 2001;21(1):33-6
67. DE LA GÁNDARA F, MONTERO FE, GARCÍA-GÓMEZ A, RAGA JA. Infections of *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora) on *Seriola dumerili* in the experimental facilities of IEO Mazarrón (SE Spain). *IX European Multicolloquium of Parasitology*. Valencia: 2004: 557-8
68. AHUIR AE, TOMÁS J, MONTERO FE, GARCÍA D, ROCHE M, TERRÓN A, ET AL. Studies on Cryptocaryonosis in l'Oceanogràfic aquarium of Valencia. (Abstract). *IX European Multicolloquium of Parasitology*. Valencia, España: 2004: 558
69. BURGESS PJ, MATTHEWS RA. Fish host range of seven isolates of *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora). *J Fish Biol* 1995;46:727-9
70. BUCHMANN K, LINDENSTROM T, BRESCIANI J. Defence mechanisms against parasites in fish and the prospect for vaccines. *Acta Parasitologica* 2001;46(2):71-81
71. YOSHINAGA T, NAKAZOE J. Acquired protection and production of immobilization antibody against *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora, Hymenostomatida) in mummichog (*Fundulus heteroclitus*). *Fish Pathology* 1997;32(4):229-30